

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-057305

(43)Date of publication of application : 12.03.1991

(51)Int.Cl.

H01Q 3/30

(21)Application number : 01-193284

(71)Applicant : A T R HIKARI DENPA TSUSHIN  
KENKYUSHO:KK

(22)Date of filing : 26.07.1989

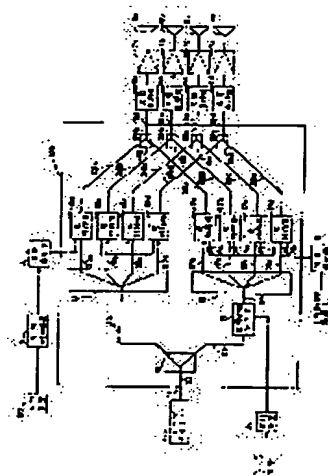
(72)Inventor : KAMIYA YOSHIAKI  
IWASAKI HISAO  
YASUKAWA KOUJI

## (54) OPTICAL CONTROL PHASED ARRAY ANTENNA

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To control the beam direction of a transmission radio signal radiating from an antenna by allowing each phase shift means to vary each phase quantity in response to an electric signal inputted from a signal generating means.

**CONSTITUTION:** When the operator inputs information in the beam direction of a phased array antenna to an input device 80, the information is outputted to a direction controller 3. The controller 3 in response thereto outputs a prescribed DC voltage to optical phase shifters 16a-16d from a variable voltage source 4 so that the beam direction of a microwave signal radiating from antennas 8a-8d based on the information of the beam direction is coincident with the inputted beam direction. Simultaneously the phase is shifted and the microwave signal radiates from the antennas 8a-8d in the required beam direction inputted by the operator. Thus, the optical control antenna able to control the beam scanning is obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-57305

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)3月12日

H 01 Q 3/30

7402-5J

審査請求 有 請求項の数 1 (全13頁)

⑮ 発明の名称 光制御型フェーズドアレーアンテナ

⑯ 特 願 平1-193284

⑰ 出 願 平1(1989)7月26日

⑱ 発 明 者 神 谷 嘉 明 京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5番地 株式会社  
エイ・ティ・アール光電波通信研究所内  
⑱ 発 明 者 岩 崎 久 雄 京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5番地 株式会社  
エイ・ティ・アール光電波通信研究所内  
⑱ 発 明 者 安 川 交 二 京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5番地 株式会社  
エイ・ティ・アール光電波通信研究所内  
⑲ 出 願 人 株式会社エイ・ティ・アール光電波通信研究  
所 京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5番地  
⑳ 代 理 人 弁理士 青 山 葆 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

光制御型フェーズドアレーアンテナ

2. 特許請求の範囲

(1) コヒーレントな光信号を出力する光信号出力手段と、

上記光信号出力手段から出力される光信号を2個の光信号に分配する第1の分配手段と、

上記第1の分配手段から出力される一方の光信号を複数の第1の光信号に分配する第2の分配手段と、

入力されるフェーズドアレーアンテナのビーム方向に対応した1個の電気信号を出力する信号発生手段と、

上記第2の分配手段から出力される複数の第1の光信号を、上記電気信号に対応し互いに異なる各位相量だけそれぞれ移相させる複数の移相手段と、

上記第1の分配手段から出力される他方の光信号を入力される送信無線信号の周波数だけ周波数

偏移させる偏移手段と、

上記偏移手段から出力される光信号を上記複数の第2の光信号に分配する第3の分配手段と、

上記複数の移相手段から出力される各第1の光信号と、上記第3の分配手段から出力される各第2の光信号とをそれぞれ合波する複数の合波手段と、

上記各合波手段から出力される各光信号を検波し送信無線信号をそれぞれ出力する複数の光電変換手段と、

上記各光電変換手段からそれぞれ出力される各送信無線信号を放射する複数のアンテナとを備えたことを特徴とする光制御型フェーズドアレーアンテナ。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、光制御型フェーズドアレーアンテナに関する。

〔従来の技術〕

近年、移動体衛星通信システムの自動車等の陸

上移動局アンテナ及び衛星搭載用アンテナとして、小型・軽量であって振動に耐えることができるとともに、相手局を追尾するために広角かつ高速でビーム走査を行うことができ、しかも通信条件に応じて所望形状のビームパターンの形成が行える高性能、高機能のアンテナが要求されている。これらの要求は、一般に、放射方向を変化させるビーム走査のために、複数のアンテナが並置されたフェーズドアレーアンテナにおいて、ビーム方向が所望の方向になるように、上記複数のアンテナを用いて送受信する各送信無線信号又は各受信無線信号の位相を適当に移相させる（以下、位相シフトという。）ことによって実現できる。

例えば、送信装置から出力される送信周波数 $\omega r$ を有する送信無線信号を次式で表されるものとする、

$$\cos \omega r t \quad \dots (1)$$

フェーズドアレーアンテナにおける複数 $n$ 個のアンテナに出力する励振電流を次式で表されるようにする必要がある。

フェーズドアレーアンテナの給電線路を干渉に強い光ファイバケーブルで構成し、かつ位相シフトのための制御回路を、光信号の位相制御と干渉を利用した光集積回路で実現する光制御型フェーズドアレーアンテナが、特願昭63-36218号において提案されている。

第7図は、提案された従来例の光制御型送信フェーズドアレーアンテナ装置のブロック図である。この従来例の光制御型送信フェーズドアレーアンテナは、コヒーレントな光源として1個の半導体レーザダイオード1を用い、また、それぞれビーム走査に必要な各光信号処理回路である分岐光導波路12、13、15、合波光導波路18a乃至18d、光周波数シフト14、光移相器16a乃至16d、17a乃至17d、並びに光導波路21乃至24、25a乃至25d、26a乃至26d、27a乃至27d、28a乃至28d、29a乃至29dをそれぞれ誘電体基板100上に集積化して設けたことを特徴としている。

第7図において、レーザダイオード1から出力

$$\cos (\omega r t + \theta_k)$$

$$k = 1, 2, 3, \dots, n \quad \dots (2)$$

ここで、 $\theta_k$ は所望のビーム方向を得るために各アンテナの励振電流に与える位相量である。従って、上記送信無線信号から、上記各位相 $\theta_k$ を独立して制御可能な上記(2)式で表される各励振電流を形成し、該各励振電流を各アンテナに出力することによって送信フェーズドアレーアンテナを構成することができる。

従来のフェーズドアレーアンテナは、マイクロ波信号の伝送のためのマイクロ波給電線路や、マイクロ波信号の移相のためにマイクロ波移相器を用いている。この場合、アレーアンテナの素子アンテナ数が増加したとき、上記給電線路や移相器の数が大幅に増加し、上記位相シフトのための制御回路を所定の大きさに実現するためには、これらを高密度で実装する必要がある。このとき上記各給電線路が近接するために、近接する線路間で当該各線路に流れるマイクロ波信号が干渉する可能性がある。これを防止するために、従来のフェ

される光信号 $\cos \omega c t$ は、誘電体基板100の入力端11、及び光導波路21を介して分岐光導波路12に入射された後2分配され、上記分配された一方の光信号が光導波路22を介して分岐光導波路13に出力されるとともに、上記分配された他方の光信号が光導波路23、光周波数シフト14、及び光導波路24を介して分岐光導波路15に出力される。ここで、上記光周波数シフト14において、入射される光信号 $\cos \omega c t$ が、送信装置2でベースバンド信号で変調されたマイクロ波信号 $\cos \omega r t$ の周波数だけ周波数偏移され、光信号 $\cos (\omega c + \omega r) t$ が出力される。

分岐光導波路13は入射された光信号を4分配して、それぞれ光導波路25a乃至25d、光移相器16a乃至16d、及び光導波路26a乃至26dを介して合波光導波路18a乃至18dの各第1の入力端に出力する。また、分岐光導波路15は入射された光信号を4分配して、それぞれ光導波路27a乃至27d、光移相器17a乃至17d、及び光導波路28a乃至28dを介して

合波光導波路18a乃至18dの各第2の入力端に出力する。

ここで、光移相器16a乃至16dはそれぞれ上記位相シフトを行うためのものであり、該光移相器16a乃至16dにそれぞれ位相量制御用の直流電圧を供給する可変電圧源4が、このフェーズドアレーアンテナのビーム方向を制御する方向制御装置3に接続され、該方向制御装置3は上記ビーム方向の情報を入力する入力装置80に接続される。ここで、可変電圧源4は、上記4個の光移相器16a乃至16dを制御する互いに異なる直流電圧を供給するために、4個の可変電圧源4a乃至4dからなる。光移相器16a乃至16dはそれぞれ、入射される光信号を上記可変電圧源4a乃至4dから印加される直流電圧に対応する移相量 $\theta_k$ (ここで、 $k$ は、各光移相器16a乃至16dに対応する1から4までの自然数である。)だけ移相した後、移相した光信号 $\cos(\omega c t + \theta_k)$ を出力する。以下、光信号の位相の説明において、位相補正用の光移相器17a乃至17dの

導波路29a乃至29d、及び出力端19a乃至19dを介して光電変換器6a乃至6dに出力する。光電変換器6a乃至6dはそれぞれ、入射された光信号 $\cos(\omega c + \omega r)t + \cos(\omega c t + \theta_k)$ を2乗検波しかつ直流成分を除去して、上記検波して得られた各マイクロ波信号 $\cos(\omega r t - \theta_k)$ を各電力増幅器7a乃至7dを介して、一列に並置されたアンテナ8a乃至8dに出力する。これによって、各マイクロ波信号が、アンテナ8a乃至8dから放射される。

以上のように構成された光制御型送信フェーズドアレーアンテナにおいて、操作者がこのフェーズドアレーアンテナのビーム方向の情報を入力装置80に入力したとき、該情報が方向制御装置3に出力され、これに反応して、方向制御装置3は、該ビーム方向の情報に基づいて、上記アンテナ8a乃至8dから放射されるマイクロ波信号のビーム方向が上記入力されたビーム方向となるように、所定の各直流電圧を上記可変電圧源4a乃至4dから光移相器16a乃至16dに出力させると

移相量、並びに分岐光導波路12、13、15、光導波路22乃至24、25a乃至25d、26a乃至26d、27a乃至27d、28a乃至28dにおける遅延量を考慮しないものとする。

また、光移相器17a乃至17dはそれぞれ、分岐光導波路12の分岐部で2分配された各光信号がそれぞれ上記合波光導波路18a乃至18dの合波部に到達するまでの各光路差が等しくなるように補正するための位相補正用の移相器であって、該光移相器17a乃至17dにそれぞれ位相補正用の直流電圧を供給する可変電圧源5が上記方向制御装置3に接続される。ここで、可変電圧源5は、上記光移相器17a乃至17dを制御する直流電圧を供給するために、4個の可変電圧源5a乃至5dからなる。なお、上記移相補正のための位相量は、方向制御装置3によって制御される。

さらに、合波光導波路18a乃至18dはそれぞれ入射された2個の光信号を合波し、合波された光信号 $\cos(\omega c + \omega r)t + \cos(\omega c t + \theta_k)$ を光

もに、位相補正用の各直流電圧を上記可変電圧源5a乃至5dから光移相器17a乃至17dに出力させる。これによって、上記位相シフトが行われ、上述のように操作者が入力した所望のビーム方向でマイクロ波信号をアンテナ8a乃至8dから放射させることができる。従って、第1図に示すように構成することにより、ビーム走査の制御を行うことができる光制御型送信フェーズドアレーアンテナを実現できる。

#### 【発明が解決しようとする課題】

上述の従来例のフェーズドアレーアンテナは以下のような問題点を有している。

第1に、光移相器16a乃至16d、17a乃至17dを駆動するための可変電圧源4a乃至4d、5a乃至5dは、アンテナ数の2倍の個数分が必要になる。従って、アンテナ数が増加するにつれて、上記電源の個数が大幅に増加し、これによって該電源を含むフェーズドアレーアンテナの重量が大幅に増加するとともに、このフェーズドアレーアンテナのコストが大幅に上昇するという

問題点があった。また、上記電源の個数の増加によって、上記方向制御装置3と各可変電圧源4 a乃至4 d、5 a乃至5 dとの間の各制御線、上記可変電圧源4 a乃至4 dと上記光移相器16 a乃至16 dとの間の各電圧給電線、並びに上記可変電圧源5 a乃至5 dと上記光移相器17 a乃至17 dとの間の各電圧給電線の線数が大幅に増加し、配線が複雑になるとともに、当該フェーズドアレーンテナの大きさが増大するという問題点があった。

第2に、このフェーズドアレーンテナでは、ビーム走査のために上記可変電圧源を制御する方向制御回路3が設けられているが、制御対象である可変電圧源の数が増加するほど、当該制御が複雑になり、これによって該制御回路3の回路構成が複雑になるとともに、処理速度が低下するという問題点があった。

従って、上記従来例の光制御型フェーズドアレーンテナは、特に移動体又は衛星に搭載して移動体通信に適用する場合に不適当である。

2の光信号に分配する第3の分配手段と、上記複数の移相手段から出力される各第1の光信号と、上記第3の分配手段から出力される各第2の光信号とをそれぞれ合波する複数の合波手段と、上記各合波手段から出力される各光信号を検波し送信無線信号をそれぞれ出力する複数の光電変換手段と、上記各光電変換手段からそれぞれ出力される各送信無線信号を放射する複数のアンテナとを備えたことを特徴とする。

#### 【作用】

以上のように構成することにより、上記光信号出力手段がコヒーレントな光信号を出力した後、上記第1の分配手段が上記光信号出力手段から出力される光信号を2個の光信号に分配する。次いで、第2の分配手段が上記第1の分配手段から出力される一方の光信号を複数の第1の光信号に分配する。

また、上記信号発生手段は入力されるフェーズドアレーンテナのビーム方向に対応した1個の電気信号を出力した後、上記複数の移相手段が上

記本発明の目的は以上の問題点を解決し、従来例に比較して簡単な回路で構成でき小型・軽量であって、しかもビーム走査の制御が簡単である光制御型フェーズドアレーンテナを提供することにある。」

#### 【課題を解決するための手段】

本発明は、コヒーレントな光信号を出力する光信号出力手段と、上記光信号出力手段から出力される光信号を2個の光信号に分配する第1の分配手段と、上記第1の分配手段から出力される一方の光信号を複数の第1の光信号に分配する第2の分配手段と、入力されるフェーズドアレーンテナのビーム方向に対応した1個の電気信号を出力する信号発生手段と、上記第2の分配手段から出力される複数の第1の光信号を、上記電気信号に対応し互いに異なる各位相量だけそれぞれ移相させる複数の移相手段と、上記第1の分配手段から出力される他方の光信号を入力される送信無線信号の周波数だけ周波数偏移させる偏移手段と、上記偏移手段から出力される光信号を上記複数の第

記第2の分配手段から出力される複数の第1の光信号を、上記電気信号に対応し互いに異なる各位相量だけそれぞれ移相させる。

一方、上記偏移手段は上記第1の分配手段から出力される他方の光信号を入力される送信無線信号の周波数だけ周波数偏移した後、上記第3の分配手段は上記偏移手段から出力される光信号を上記複数の第2の光信号に分配する。さらに、上記複数の合波手段は上記複数の移相手段から出力される各第1の光信号と、上記第3の分配手段から出力される各第2の光信号とをそれぞれ合波した後、上記複数の光電変換手段は上記各合波手段から出力される各光信号を検波し送信無線信号をそれぞれ出力する。最後に、上記複数のアンテナは、上記各光電変換手段からそれぞれ出力される各送信無線信号を放射する。

従って、上記各移相手段が上記信号発生手段から入力される1個の電気信号に反応して上記各移相量を変化することにより、上記複数のアンテナから放射される送信無線信号のビーム方向を制御

することができる。

ここで、入力されるフェーズドアレーアンテナのビーム方向に対応した1個の電気信号を出力する信号発生手段と、上記第2の分配手段から出力される複数の第1の光信号を、上記電気信号に対応し互いに異なる各位相量だけそれぞれ移相させる複数の移相手段を備えたので、従来例のように複数の可変電圧源4a乃至4dを用いる場合に比較して当該回路を簡略化し小型・軽量化することができ、これによって当該回路を含むフェーズドアレーアンテナ全体を小型・軽量化することができる。また、上記1個の電気信号のみでビーム方向を制御することができるので、当該ビーム方向の制御が従来例に比較して簡単になる。

#### [実施例]

##### 第1の実施例

第1図は本発明の第1の実施例の光制御型送信フェーズドアレーアンテナのブロック図であり、第1図において第7図と同一のものについては同一の符号を付している。

この光導波路110の一部を覆いかつ上記光導波路110の長手方向が電極120の長手方向と平行になるように、長手方向の長さ $l$ を有する矩形形状の電極120が誘電体基板100上に形成される。また、該電極120の長手方向の一辺から該長手方向と垂直な方向に距離 $d$ だけ離れて設けられかつ電極120の長手方向が電極130の長手方向と平行となるように、長手方向の長さ $l$ を有する矩形形状の電極130が形成される。ここで、電極120及び130に、直流電圧 $V$ を印加する電圧源140が接続される。

以上のように構成された光移相器16において、光導波路110に波長 $\lambda$ の光信号が入力されたとき、光導波路110の光軸に対して略垂直方向に所定の電界が印加され、これによって光導波路110を進行する光信号の位相が次式で表される位相量 $\theta$ だけ移相される。

$$\theta = \pi / \lambda \cdot d \cdot n^3 \cdot \gamma \cdot \Gamma \cdot l \cdot V \quad [\text{rad}]$$

$$\dots (3)$$

ここで、 $n$ は誘電体基板100の屈折率、 $\gamma$ は

この第1の実施例のフェーズドアレーアンテナが、第7図の従来例のフェーズドアレーアンテナと異なるのは、可変電圧源4a乃至4dに代えて1個の可変電圧源4を設け、この可変電圧源4から位相量制御用の直流電圧を、同一の直流電圧に応答して入力される光信号を互いに異なる位相量だけ移相させる各光移相器16a乃至16dに印加し、また、可変電圧源5a乃至5dに代えて1個の可変電圧源5を設け、この可変電圧源5から上記位相補正用の直流電圧を、同一の直流電圧に応答して入力される光信号を互いに異なる位相量だけ移相させる各光移相器17a乃至17dにそれぞれ位相微調整用可変抵抗Ra乃至Rdを介して印加したことであり、その他の構成は、第7図の構成と同様である。

第6図(A)は、光移相器16a乃至16d(以下、総称して16とする。)の基本構成を示す斜視図である。

第6図(A)において、誘電体基板100において略半円筒形状の光導波路110が形成され、

誘電体基板100の電気光学係数、 $\Gamma$ は光導波路110と電極120、130との位置関係から決定される印加電界低減係数である。従って、印加電圧 $V$ が一定であるとき、電極間の距離 $d$ 、電極の長さ $l$ 、又は上記印加電界低減係数 $\Gamma$ のいずれかを変化することにより、光移相器16の位相量 $\theta$ を変化することができる。

第6図(B)は、本実施例で用いられる光移相器16a乃至16dの構成を示す平面図である。

第6図(B)において、光移相器16a乃至16dは、第6図(A)の光移相器16と同様の基本構成を有し、ここで、各光移相器16a乃至16dにおいて電極間の距離が互いに異なる。光導波路110a及び電極120a、130aにより光移相器16aが構成され、光導波路110b及び電極120b、130bにより光移相器16bが構成される。また、光導波路110c及び電極120c、130cにより光移相器16cが構成され、光導波路110d及び電極120d、130dにより光移相器16dが構成される。ここで、

各光移相器16a乃至16dの電極間の距離はそれぞれ、 $d$ 、 $d/2$ 、 $d/3$ 、及び $d/4$ に設定される。各電極120a、120b、120c、120dは電圧印加ライン150に接続され、一方、各電極130a、130b、130c、130dは電圧印加ライン160に接続される。さらに、電圧印加ライン150、160に可変電圧源4が接続される。

以上のように構成された光移相器16a乃至16dの各光導波路110a乃至110dに光信号 $\cos(\omega c t)$ が入力されたとき、各光移相器16a乃至16dはそれぞれ、光信号 $\cos(\omega c t + \theta)$ 、 $\cos(\omega c t + 2\theta)$ 、 $\cos(\omega c t + 3\theta)$ 、 $\cos(\omega c t + 4\theta)$ を出力する。すなわち、可変電圧源4から各光移相器16a乃至16dに同一の直流電圧 $V$ を印加することによって、各光移相器16a乃至16dは上述のように、入力される光信号を、互いに異なり上記直流電圧 $V$ に対応する位相量だけ移相させて出力する。

さらに、光移相器17a乃至17dは、第6図

a乃至16dに出力させるとともに、位相補正用の直流電圧を可変電圧源5から光移相器17a乃至17dに出力させる。これによって、上記位相シフトが行われ、上述のように操作者が入力した所望のビーム方向でマイクロ波信号をアンテナ8a乃至8dから放射させることができる。従って、ビーム走査の制御が可能な光制御型フェーズドアレーアンテナを実現できる。

以上説明したように、本実施例の送信フェーズドアレーアンテナにおいて、従来例の4個の可変電圧源4a乃至4dの代わりに1個の可変電圧源4を用い、従来例の4個の可変電圧源5a乃至5dの代わりに1個の可変電圧源5を用いているので、当該フェーズドアレーアンテナを従来例に比較して小型、軽量化できるという利点がある。

また、1組の光移相器16a乃至16d又は17a乃至17dに対して接続される、従来例の複数対の電圧印加ラインの代わりに、1対の電圧印加ラインのみを形成すればよいので、誘電体基板100上の電圧印加ラインの構成が簡単になる。

(B)の光移相器16a乃至16dと同様に構成され、各光移相器17a乃至17dにそれぞれ位相微調整用可変抵抗 $R_a$ 乃至 $R_d$ を介して可変電圧源5が接続される。従って、可変電圧源5から各光移相器17a乃至17dに、直流電圧 $V'$ から可変抵抗 $R_a$ 乃至 $R_d$ によって微調整された直流電圧を印加することによって、各光移相器17a乃至17dは上述のように、入力される光信号を互いに異なり上記直流電圧 $V'$ から微調整された直流電圧に対応する位相量だけ移相させて出力する。

以上のように構成された光制御型送信フェーズドアレーアンテナにおいて、操作者がこのフェーズドアレーアンテナのビーム方向の情報を入力装置80に入力したとき、該情報が方向制御装置3に出力され、これにตอบสนองして、方向制御装置3は、該ビーム方向の情報に基づいて、上記アンテナ8a乃至8dから放射されるマイクロ波信号のビーム方向が上記入力されたビーム方向となるように、所定の直流電圧を可変電圧源4から光移相器16

さらに、従来例では、方向制御装置3は多数の可変電圧源4a乃至4d及び5a乃至5dに対して制御信号を送る必要があったが、本実施例では、2個の可変電圧源4、5に送ればよいので、方向制御装置3の回路構成が簡単になるとともに、当該装置3の処理速度を高速化することができる。

従って、本実施例の光制御型送信フェーズドアレーアンテナは、従来例に比較して回路構成が簡単であり小型・軽量であって、しかも可動部分がなく振動の影響を受けにくいので、移動体又は衛星搭載用のフェーズドアレーアンテナとして用いることができる。

以上の第1の実施例において、コヒーレントな光信号を出力する光源として半導体レーザダイオードを用いているが、これに限らず、ガスレーザを用いてもよい。

以上の第1の実施例において、光移相器16a乃至16dの各電極間の距離を互いに異ならせて、光移相器16a乃至16dが移相を行う各位相量をそれぞれ変化させているが、これに限らず、電

値の長さ $l$ 又は上記印加電界低減係数 $\Gamma$ を互いに異ならせて、光移相器16a乃至16dが移相を行う各位相量をそれぞれ変化させてもよい。

以上の第1の実施例において、4個のアンテナ8a乃至8dを一列に並置する場合について述べているが、これに限らず、複数個のアンテナを一列又は平面状に並置するようにしてもよい。この場合、アンテナの個数に応じて、光移相器16a乃至16d、17a乃至17d、電力増幅器7a乃至7d、合波光導波路18a乃至18d、光電変換器6a乃至6d、及び電力増幅器7a乃至7dのそれぞれの個数分を設ける必要がある。また、直交する2方向の制御が必要であるので、2個の可変電圧源4を設ける必要がある。なお、可変電圧源5は1個のみ設ければよい。

### 第2の実施例

第2図は本発明の第2の実施例である光制御型送信フェーズドアレーアンテナのブロック図であり、第2図において第1図と同一のものについては同一の符号を付している。

以上のように構成された第2の実施例の光制御型送信フェーズドアレーアンテナは、ベースバンド信号をマイクロ波信号の周波数帯に周波数変換を行うアップコンバートとして動作し、第1の実施例と同様の作用と効果を有する。

### 第3の実施例

第3図は本発明の第3の実施例である光制御型送信フェーズドアレーアンテナのブロック図であり、第3図において第1図と同一のものについては同一の符号を付している。

この第3の実施例の光制御型フェーズドアレーアンテナが第1図の第1の実施例の光制御型フェーズドアレーアンテナと異なるのは以下の点である。すなわち、第1図のレーザダイオード1、分枝光導波路12、及び光周波数シフタ14の代わりに、レーザダイオード1a、1b、光周波数制御装置90を設けたこと、各電力増幅器7a乃至7dと各アンテナ8a乃至8dとの間に、周波数変換器33a乃至33dを設けたこと、並びにベースバンド信号発生器31から出力されるベース

この第2の実施例の光制御型送信フェーズドアレーアンテナが、第1図の第1の実施例の光制御型送信フェーズドアレーアンテナと異なるのは、第1図の分枝光導波路12と分枝光導波路13との間に、入射される光信号の周波数をマイクロ波信号発生器30から出力されるベースバンド信号で周波数変換されていないマイクロ波信号の周波数だけ偏移させる光周波数シフタ14aを設け、また、第1図の分枝光導波路12と分枝光導波路13との間に、入射される光信号の周波数をベースバンド信号発生器31から出力されるベースバンド信号の周波数だけ偏移させる光周波数シフタ14bを設けたことである。

従って、分枝光導波路12で分配された一方の光信号は、光導波路22a、光周波数シフタ14b、光導波路22bを介して分枝光導波路13の入力端に入射し、また、分配された他方の光信号は、光導波路23、光周波数シフタ14a、光導波路24を介して分枝光導波路15の入力端に入射される。

バンド信号を分配器37によって4分配して各分配した信号をそれぞれ周波数変換器34a乃至34dに入力したことである。

以上のように構成された光制御型送信フェーズドアレーアンテナにおいて、光周波数制御装置90は、各レーザダイオード1a及び1bから出力される光信号の周波数差が送信されるマイクロ波信号の周波数に一致するように、レーザダイオード1a、1bを制御する。レーザダイオード1aから出力されるコヒーレントな光信号は、誘電体基板100の入力端11a、及び光導波路22bを介して、分枝光導波路13に入力される。一方、レーザダイオード1bから出力されるコヒーレント光信号は、誘電体基板100上の入力端11b、及び光導波路24を介して分枝光導波路15に入力される。

また、ベースバンド信号発生器31から出力されるベースバンド信号は分配器37で4分配された後、各分配されたベースバンド信号が周波数変換器34a乃至34dに入力される。周波数変換



器34a乃至34dはそれぞれ、各光電変換器6a乃至6dから電力増幅器7a乃至7dを介して入力されるマイクロ波信号の周波数を上記ベースバンド信号の周波数だけ偏移させ、すなわち上記ベースバンド信号を上記マイクロ波信号の周波数帯に周波数変換して、アンテナ8a乃至8dに出力する。これによって、上記ベースバンド信号の情報を含むマイクロ波信号がアンテナ8a乃至8dから空間に放射される。

以上のように構成された第3の実施例の光制御型フェーズドアレーアンテナは、ベースバンド信号をマイクロ波信号の周波数帯に周波数変換するアップコンバータとして動作し、第1の実施例と同様の作用と効果を有する。

#### 第4の実施例

第4図は本発明の第4の実施例である光制御型受信フェーズドアレーアンテナのブロック図であり、第4図において第1図乃至第3図と同一のものについては同一の符号を付している。

この第4の実施例の光制御型受信フェーズドア

ースバンド信号の情報を含むマイクロ波信号を、光電変換器6a乃至6dから電力増幅器7a乃至7dを介して入力されるマイクロ波信号の周波数だけ周波数変換して結合器35に出力する。結合器35は入力された信号を結合してベースバンド信号として受信装置36に出力する。

従って、第4の実施例の光制御型フェーズドアレーアンテナは、ベースバンド信号で変調されたマイクロ波信号をベースバンド信号の周波数帯に周波数変換するダウンコンバータとして動作する。ここで、アンテナ32a乃至32dからなるアレーアンテナの受信ビーム方向の制御は、方向制御装置3によって上記第1乃至第3の実施例の送信フェーズドアレーアンテナと同様に行われる。

#### 第5の実施例

第5図は本発明の第5の実施例である光制御型受信フェーズドアレーアンテナのブロック図であり、第5図において第1図乃至第3図と同一のものについては同一の符号を付している。

この第5の実施例の光制御型受信フェーズドア

レーアンテナが、第1図の第1の実施例の光制御型送信フェーズドアレーアンテナと異なるのは、アンテナ32a乃至32dでそれぞれ受信されたマイクロ波信号を低雑音増幅器35a乃至35dを介して、電力増幅器7a乃至7dの後段に設けられた周波数変換器34a乃至34dに入力し、上記周波数変換器34a乃至34dから出力される信号を結合器35で結合してベースバンド信号として受信装置36に出力するようにしたこと、並びに、第1図の送信装置2に代えて、受信されるマイクロ波信号と同一の周波数のマイクロ波信号を光周波数シフト14に出力するマイクロ波信号発生器30を設けたことである。

以上のように構成された第4の実施例の光制御型フェーズドアレーアンテナにおいて、相手局から送信されたベースバンド信号の情報を含むマイクロ波信号がアンテナ32a乃至32dで受信された後、低雑音増幅器33a乃至33dを介して周波数変換器34a乃至34dに入力される。周波数変換器34a乃至34dはそれぞれ、上記ベ

レーアンテナが、第3図の第3の実施例の光制御型送信フェーズドアレーアンテナと異なるのは、アンテナ32a乃至32dでそれぞれ受信されたマイクロ波信号を低雑音増幅器35a乃至35dを介して、電力増幅器7a乃至7dの後段に設けられた周波数変換器34a乃至34dに入力し、上記周波数変換器34a乃至34dから出力される信号を結合器35で結合してベースバンド信号として受信装置36に出力するようにしたこと、並びに、光周波数制御装置90がレーザダイオード1a、1bから出力される各光信号の周波数差が受信されるマイクロ波信号の周波数に一致するようにレーザダイオード1a、1bを制御することである。

以上のように構成された第5の実施例の光制御型フェーズドアレーアンテナにおいて、相手局から送信されたベースバンド信号の情報を含むマイクロ波信号がアンテナ32a乃至32dで受信された後、低雑音増幅器33a乃至33dを介して周波数変換器34a乃至34dに入力される。周

波数変換器34a乃至34dはそれぞれ、上記ベースバンド信号の情報を含むマイクロ波信号を、光電変換器6a乃至6dから電力増幅器7a乃至7dを介して入力されるマイクロ波信号の周波数だけ周波数変換して結合器35に出力する。結合器35は入力された信号を結合してベースバンド信号として受信装置38に出力する。

従って、第5の実施例の光制御型フェーズドアレーアンテナは、ベースバンド信号で変調されたマイクロ波信号をベースバンド信号の周波数帯に周波数変換するダウンコンバータとして動作する。ここで、アンテナ32a乃至32dからなるアレーアンテナの受信ビーム方向の制御は、方向制御装置3によって上記第1乃至第3の実施例の送信フェーズドアレーアンテナと同様に行われる。

#### [発明の効果]

以上詳述したように本発明によれば、光制御型フェーズドアレーアンテナにおいて、入力されるフェーズドアレーアンテナのビーム方向に対応した1個の電気信号を出力する信号発生手段と、上

記第2の分配手段から出力される複数の第1の光信号を、上記電気信号に対応し互いに異なる各位相量だけそれぞれ移相させる複数の移相手段を備えたので、従来例のように複数の可変電圧源4a乃至4dを用いる場合に比較して当該回路を簡単化し小型・軽量化することができ、これによって当該回路を含むフェーズドアレーアンテナ全体を小型・軽量化することができる。また、上記1個の電気信号のみでビーム方向を制御することができるので、当該ビーム方向の制御が従来例に比較して簡単になるという利点がある。これらの効果は、アンテナの素子数が増加するほど大きくなる。

従って、本発明の光制御型フェーズドアレーアンテナを、移動体又は衛星搭載用のフェーズドアレーアンテナに適用することができる。

4. 図面の簡単な説明

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図乃至第3図はそれぞれ本発明の第1乃至第3の実施例である光制御型送信フェーズドアレーアンテナのブロック図、

第4図及び第5図は本発明の第4及び第5の実

施例である光制御型受信フェーズドアレーアンテナのブロック図、

第6図(A)は第1図乃至第5図において用いられる光移相器16の基本構成を示す斜視図、

第6図(B)は第1図乃至第5図において用いられる4個の光移相器16a乃至16dの構成を示す平面図、

第7図は従来例の光制御型送信フェーズドアレーアンテナのブロック図である。

1…レーザダイオード、

2…送信装置、

3…方向制御装置、

4, 5…可変電圧源

6a乃至6d…光電変換器、

7a乃至7d…電力増幅器、

8a乃至8d…アンテナ、

12, 13, 15…分岐光導波路、

14…光周波数シフト、

16a乃至16d, 17a乃至17d…光移相

器、

18a乃至18d…合波光導波路、

21乃至24, 25a乃至25d, 26a乃至

26d, 27a乃至27d, 28a乃至28d,

29a乃至29d…光導波路、

80…入力装置、

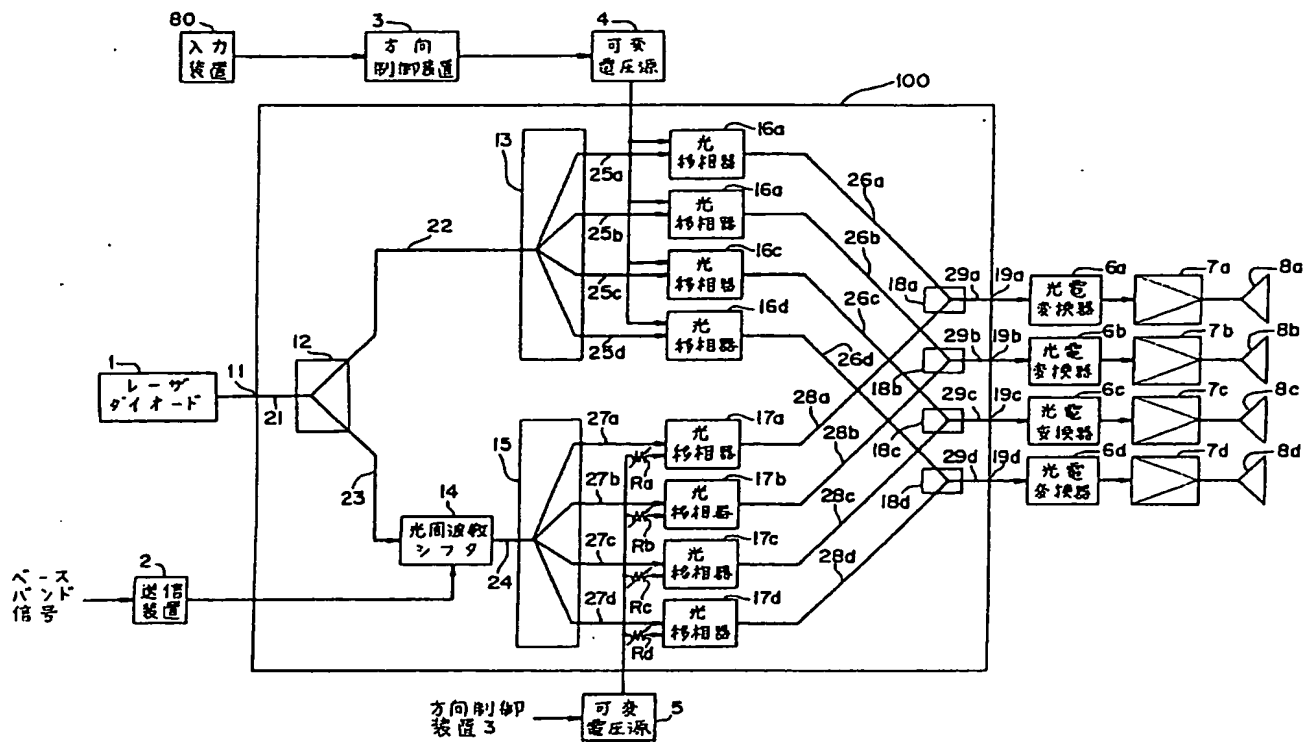
100…誘電体基板。

特許出願人 株式会社 エイ・ティ・アール

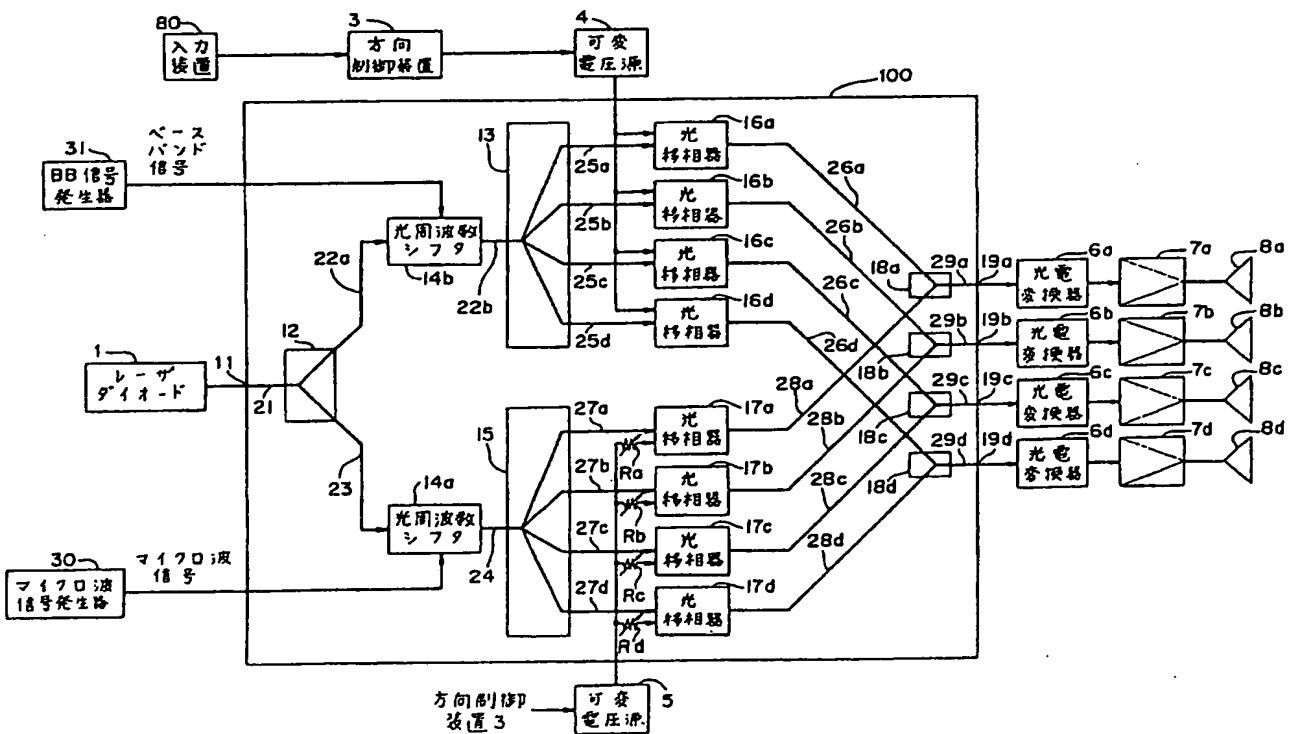
光電波通信研究所

代理人 弁理士 青山 保ほか1名

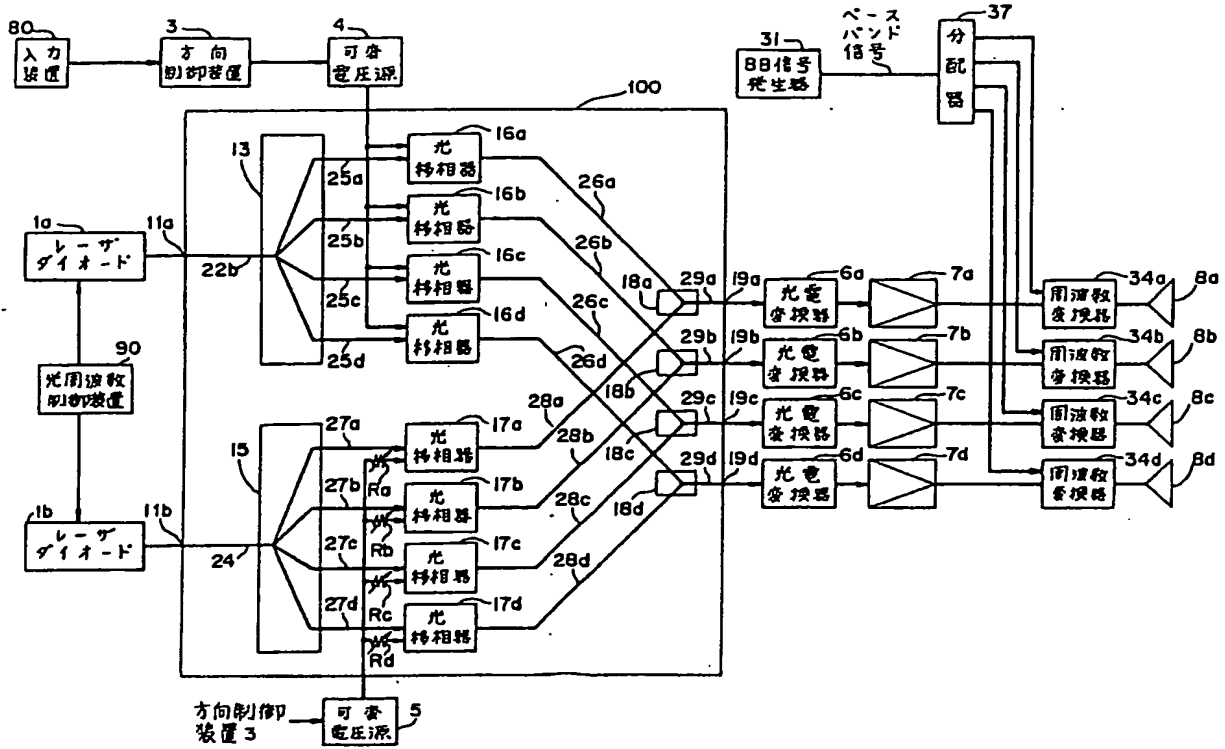
第1図



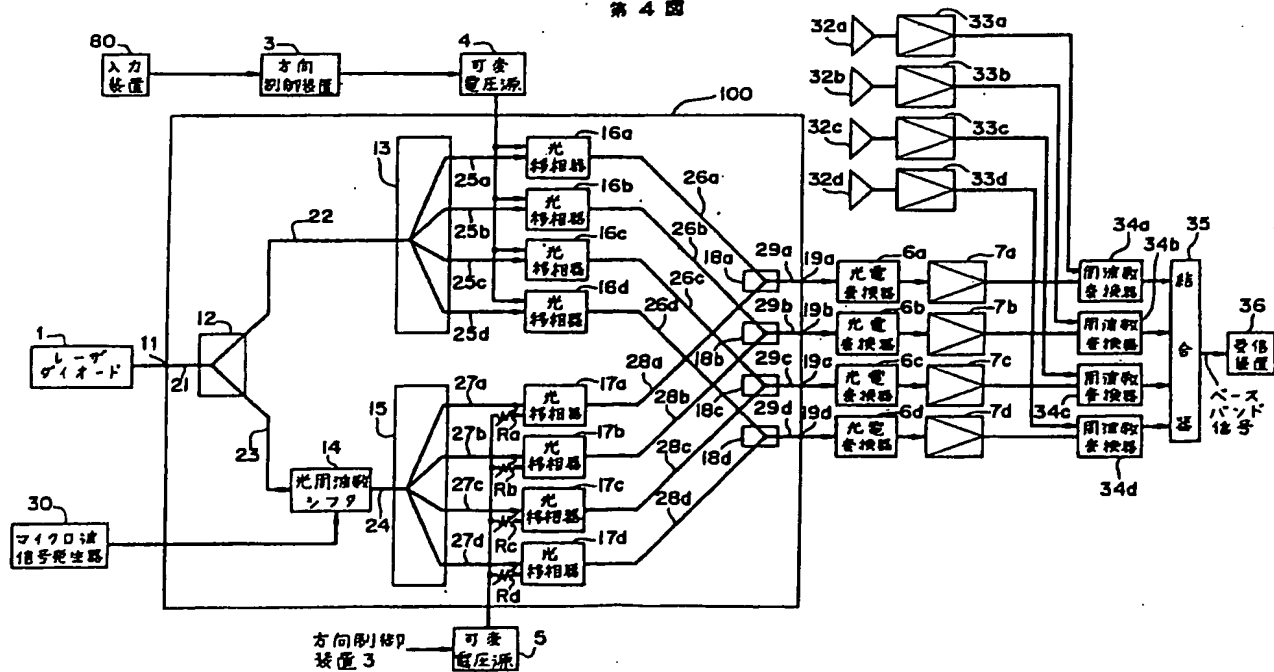
第2図



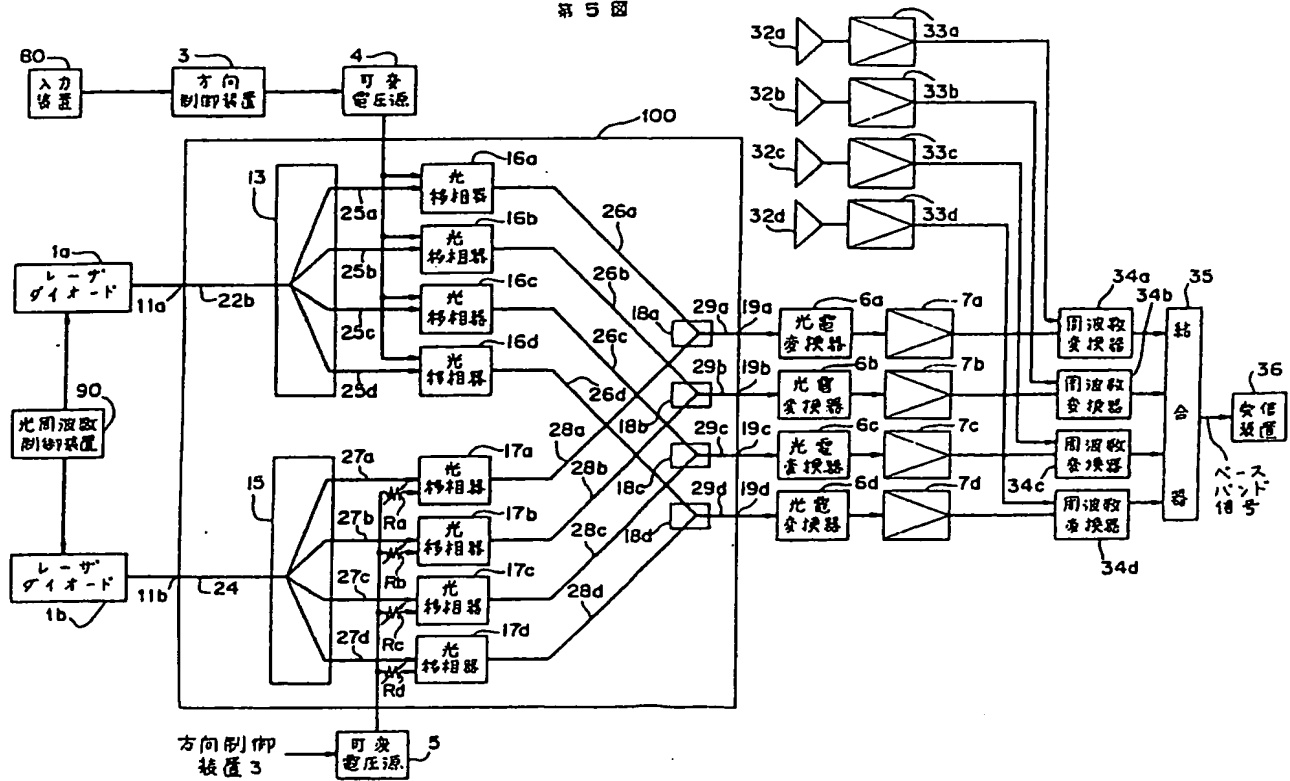
第3図



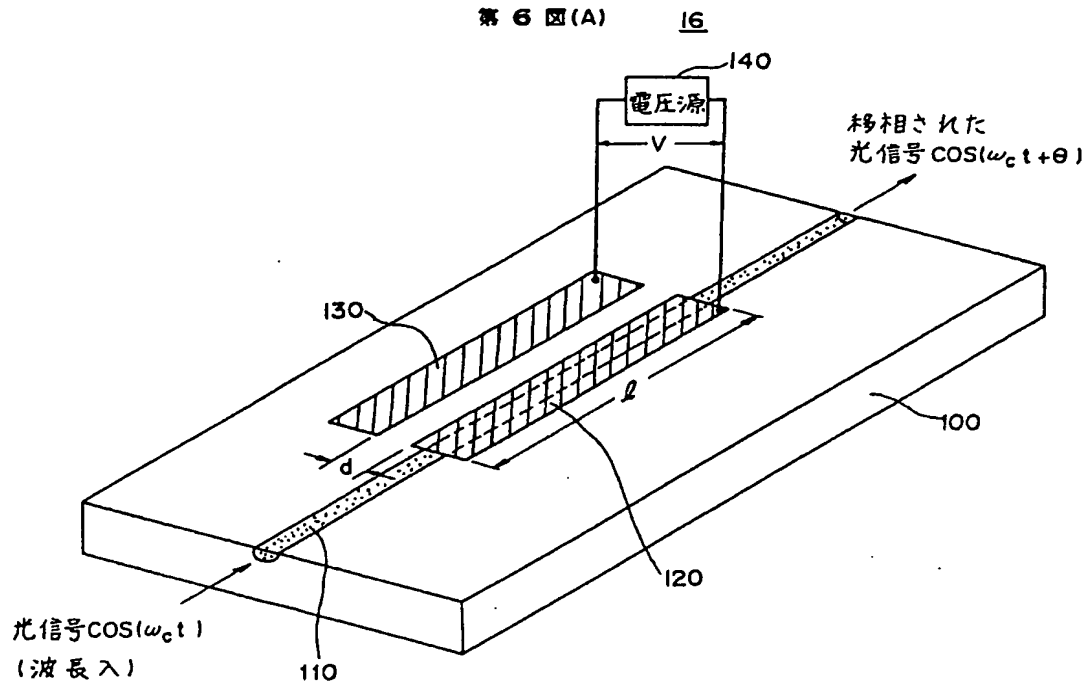
第4図



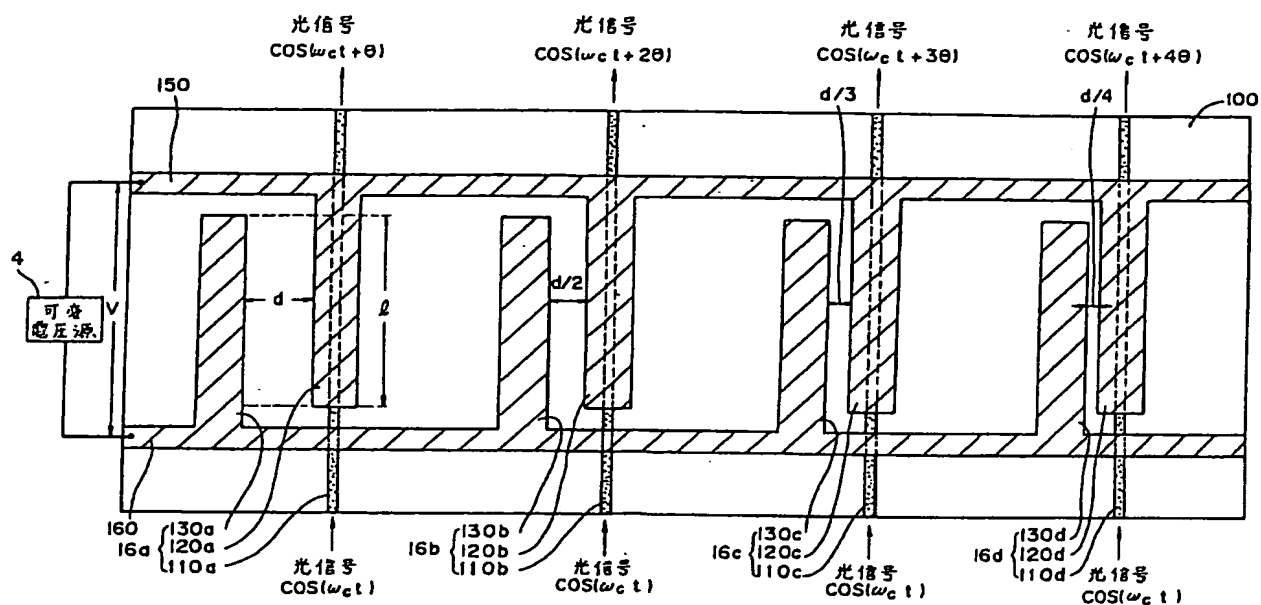
第 5 回



第 6 区(A)



第6図(8)



第7図

